牛至油对奶牛瘤胃微生物蛋白产量、产奶性能和氮排泄的影响

张凯祥[1] 邢德芳[2] 高许雷[3] 王晓伟[4] 孙国强[1*]

（1.青岛农业大学动物科技学院，青岛 266109；2.莱阳市团旺畜牧兽医工作站，莱阳 265217；3.青岛市崂山区农业和水利局，青岛 266061；4.莱阳市畜牧兽医局，莱阳 265200）

摘 要：本试验旨在研究牛至油对奶牛瘤胃微生物蛋白产量、产奶性能和氮排泄的影响。试验选取 40 头体况良好，年龄、体重、胎次、产奶量、乳成分及泌乳期[（90±15） d]相近的荷斯坦奶牛，随机分为 4 组，每组 10 头。对照组、试验 1 组、试验 2 组和试验 3 组奶牛饲粮中分别添加 0、10、13 和 16 g/(d•头)牛至油。预试期 15 d，正试期 60 d。结果显示：1)试验 1 组、试验 2 组、试验 3 组瘤胃微生物蛋白产量分别比对照组提高了 9.77%（$P<0.01$）、16.14%（$P<0.01$）、6.99%（$P<0.05$）。2）在产奶量方面，试验 1 组、试验 2 组、试验 3 组分别比对照组提高了 5.10%（$P>0.05$）、8.36%（$P<0.05$）、5.00%（$P>0.05$）；在乳脂率方面，试验 2 组显著高于对照组（$P<0.05$）；在乳体细胞数方面，各试验组均极显著低于对照组（$P<0.01$），且以试验 2 组最低。3）在总氮排出量方面，试验 1 组、试验 2 组、试验 3 组分别比对照组降低了 6.84%（$P<0.01$）、11.14%（$P<0.01$）、4.72%（$P<0.05$）。本试验结果表明，在奶牛饲粮中添加牛至油具有增加瘤胃微生物蛋白产量、提高产奶性能及降低氮排泄的作用。综合考虑上述指标，奶牛饲粮中牛至油的最适添加量为 13 g/（d•头）。

关键词：牛至油；瘤胃微生物蛋白；产奶性能；氮排泄

中图分类号：S816　　　　文献标识码：A　　　　文章编号：

随着我国奶牛养殖业的飞速发展和养殖规模的不断扩大，奶牛粪尿中大量未被利用的氮素被直接排放到环境中，不仅造成了蛋白质资源的浪费，还加剧了环境的污染。近年来，国

收稿日期：2017-12-06

基金项目：山东省现代农业产业技术体系牛产业创新团队（SDAIT-09-08）

作者简介：张凯祥（1993-），男，山东莱州人，硕士研究生，研究方向为反刍动物营养。E-mail：18363976021@163.com

*通信作者：孙国强，教授，硕士生导师，E-mail: qdnydxsgq@126.com

家对畜牧业发展过程中环境保护的要求越来越高，因此，在实际生产中，在不影响奶牛产奶性能的情况下，通过采取营养调控技术提高奶牛饲粮中蛋白质的利用率，降低氮排泄，对降低饲养成本和减少环境污染都具有极为重要的意义。牛至油又名牛至香酚、皮萨草、香芹酚，作为一种绿色的新型饲料添加剂，其可以提高动物的生产性能和免疫性能，同时还具有抗菌、抑菌、杀菌、促生长、改善肠道菌群，以及零停药期、不产生耐药性和无配伍禁忌等特点[1-2]。姚喜喜等[3]研究发现，在奶牛全混合日粮（TMR）中添加牛至精油能显著提高奶牛的生产性能。汪莉等[4]研究发现，在仔猪饲粮中添加牛至油能显著提高饲粮中蛋白质和干物质的消化利用率，显著降低氮排泄。韩旭[5]研究表明，在蛋鸡饲粮中添加牛至油既能显著提高蛋鸡的生产性能，改善蛋品质，又可以调节肠道微生物区系平衡，提高部分消化酶活性，改善蛋鸡的消化吸收功能。目前，牛至油在动物生产中的研究大多集中在家禽和猪上，在反刍动物中的研究多集中于生产性能方面，而就牛至油对奶牛瘤胃微生物蛋白（MCP）产量、产奶性能及氮排泄的影响同时进行研究的相对较少。本试验通过在奶牛饲粮中添加不同水平的牛至油，探讨其对奶牛瘤胃微生物蛋白产量、产奶性能及氮排泄的影响，确定奶牛饲粮中牛至油的最适添加量，以期提高奶牛的生产性能、饲料蛋白利用率以及瘤胃微生物蛋白产量，减少氮排泄，为我国奶牛养殖业的健康可持续发展提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

本试验所用牛至油由青岛润博特生物科技有限公司提供，为白色粉末状物质，其中牛至油含量≥10%，水分含量≤12%。本试验采用单因素随机设计，从烟台荷牧园牧业有限责任公司选取 40 头体况良好，年龄、体重、胎次、产奶量、乳成分及泌乳期［(90±15) d］相近的荷斯坦奶牛，随机分为 4 组，每组 10 头。对照组和试验 1 组、试验 2 组、试验 3 组奶牛饲粮中分别添加 0、10、13 和 16 g/(d•头)牛至油。牛至油的具体添加方法为：每日从每头奶牛饲粮中预留出 0. 5 kg 麸皮，将牛至油与预留的 0. 5 kg 麸皮混合均匀后均分为 2 份，每

日 2 次随 TMR 饲喂。TMR 组成及营养水平见表 1。

表 1　TMR 组成及营养水平（干物质基础）

Table 1　Composition and nutrient levels of the TMR (DM basis)　%

项目 Items	含量 Content
原料 Ingredients	
玉米 Corn	8.18
蒸汽压片玉米 Steam-flaked corn	10.66
麦麸 Wheat bran	2.08
豆粕 Soybean meal	7.19
玉米干全酒糟及其可溶物 Corn DDGS	4.37
大豆皮 Soybean hull	3.40
全棉籽 Whole cottonseed	3.40
膨化大豆 Extruded soybean	2.09
全株玉米青贮 Whole-plant corn silage	27.10
啤酒糟 Brewer’s grains	6.20
苜蓿草 Alfalfa hay	13.08
羊草 Chinese wide rye	8.65
过瘤胃脂肪 Rumen protected fat[1)]	0.38
食盐 NaCl	0.33
小苏打 $NaHCO_3$	0.38
预混料 Premix[2)]	2.32
生物脱霉素 Biological mycotoxin removement agent[3)]	0.19
合计 Total	100.00
营养水平 Nutrient levels[4)]	

粗蛋白质 CP	15.30
产奶净能 NE_L/(MJ/kg)	6.58
中性洗涤纤维 NDF	40.20
酸性洗涤纤维 ADF	20.10
钙 Ca	0.97
磷 P	0.42

1) 过瘤胃脂肪主要成分 Main components of rumen protected fat：棕榈酸 palmitic acid≥75%，肉豆蔻酸 myristic acid 1%～5%，硬脂酸 stearic acid 6%～8%，油酸 oleic acid≤10%，糠酸 furoic acid≤2%。

2) 预混料为每千克 TMR 提供 The premix provided the following per kg of TMR:VA 8 000 IU，VD_3 1 600 IU，VE 30 mg，Fe 20 mg，Cu 16 mg，Zn 100 mg，Mn 35 mg，I 1 mg，Se 0.5 mg，Co 0.5 mg。

3) 生物脱霉素主要成分 Main components of biological mycotoxin removement agent：甘露寡糖 mannan oligosaccharide≥14%，β-葡聚糖 β-glucan≥15%～40%，粗蛋白质 crude protein≤35%，水分 moisture≤6%。

4) 产奶净能为计算值，是将配方中各原料的产奶净能[6]分别与其所占 TMR 的百分比相乘，然后相加，其余营养水平为实测值。NE_L was a calculated value which was the sum of NE_L[6] of different multiplied by their percentages in the TMR, while the other nutrient levels were measured values.

1.2 饲养管理

将试验牛进行分栏饲喂，整个试验持续 75 d，其中预试期 15 d，正试期 60 d。试验牛每日采用荷兰进口 SAC 全自动挤奶器挤奶 3 次（04:00、12:00、18:00），每日饲喂 TMR 2 次（04:30、18:30），确保奶牛每日有 20 h 以上时间能够接触到 TMR。试验奶牛采食后在运

动场自由运动和饮水，按常规驱虫、光照及管理。

1. 3 样品采集与处理

1.3.1 饲料样

在正试期第 1～3 天、第 28～30 天和第 58～60 天时采用四分法收集 3 次 TMR 样，将收集的 TMR 料样置于 65 ℃恒温干燥箱中烘干，制成风干样，粉碎机粉碎混匀后备用。

1.3.2 尿样

分别在预试期第 1~3 天以及正试期第 28～30 天和第 58~60 天时收集尿样，参照朱雯[7]点收尿法，采取人工接尿结合膀胱取尿的方法，每天收集 2 次，每隔 12 h 收集 1 次，连续收集 3 d，每天在前 1 天的基础上延后 4 h 收集。向每次收集的尿样加入一定比例 10%的硫酸，调整 pH<3，－20 ℃保存。

1.3.3 粪样

分别在预试期第 1~3 天以及正试期第 28～30 天和第 58~60 天收集粪样，对试验牛连续 3 d 进行 24 h 全收粪。每次收集粪样前，将试验牛的牛床冲洗干净，及时将试验牛粪便收集入桶，将每天收集的粪样混合均匀并称重，称重时采用四分法收集当天粪便，按每 100 g 粪样加入 25 mL 硫酸（10%）的方式进行固氮处理，置于-20 ℃冰柜中进行冷冻保存。采样期的最后 1 d 采样结束后，将 3 d 所收留粪样按样重比例混匀，置于恒温干燥箱中 65 ℃烘至恒重，制成风干样保存待测。

1.3.4 乳样

分别在预试期第 1～3 天以及正试期第 13～15 天、第 28～30 天、第 43～45 天、第 58～60 天，按照早、午、晚 4:3:3 的比例收集乳样 50 mL 于取样瓶中，加入 30 mg 重铬酸钾防腐剂，混匀后将取样瓶放至 4 ℃冰柜中冷藏保存，用于乳成分各项指标的测定。

1.4 指标测定与方法

1.4.1 采食量

试验牛分栏饲喂，单独记录每头试验牛的采食量。预试期内，每隔 2 d 记录 1 次投料量，每次饲喂前收集剩余饲粮并称重，预试期共记录 6 次，根据投料量和剩料量计算出每头试验牛在预试期的平均采食量。运用相同的方法，正试期内，每隔 10 d 记录并计算 1 次采食量，总共记录 6 次，每次连续记录 3 d，根据 3 d 的记录采食量计算出该阶段的平均采食量。每次根据上一阶段测定的平均采食量调整下一阶段 TMR 饲喂量。在正试期结束后，根据正试期记录的 6 次试验牛平均采食量的数据，计算出试验牛在正试期的平均采食量，根据正试期内试验牛的平均采食量和 TMR 中的营养物质含量计算试验牛主要养分采食量。

1.4.2 饲粮及粪样中养分含量

参照 GB/T 6435-2006[8]测定出水分含量后计算干物质（DM）含量；参照 GB/T 6432-1994[9]（凯氏定氮法）测定粗蛋白质（CP）含量；参照 GB/T 20806-2006[10]测定中性洗涤纤维（NDF）含量；参照 NY/T 1459-2007[11]测定酸性洗涤纤维（ADF）含量；参照 GB/T 6436-2002[12]（高锰酸钾法）测定钙（Ca）含量；参照 GB/T 6437-2002[13]（分光光度法）测定磷（P）含量。

1.4.3 瘤胃微生物蛋白（MCP）产量

尿中排出的嘌呤衍生物（PD）主要来源于瘤胃微生物嘌呤，因此通过测定尿中嘌呤衍生物的含量可以估测出瘤胃微生物蛋白的产量。尿中尿酸和尿囊素的含量使用比色法进行测定，尿酸和尿囊素含量之和即为嘌呤衍生物的含量[14]。

小肠吸收外源性嘌呤数量(X)的计算公式为：

$$Y=0.85X+0.385\mathrm{BW}^{0.75}$$

式中：Y 为尿中嘌呤衍生物排出量(mmol/d)；0. 85 为牛肠道吸收的嘌呤转化为尿中嘌呤衍生物的回收率；0. 385 为当牛肠道吸收嘌呤的量为 0 时，尿中排出内源嘌呤衍生物的数量；$\mathrm{BW}^{0.75}$ 为动物的代谢体重（kg）。

瘤胃微生物蛋白产量的计算公式为：

$$微生物蛋白产量（g/d）=（6.25\times 70X）/（0.83\times 0.116\times 1\,000）=6.25\times 0.727X。$$

式中：X 为小肠吸收外源性嘌呤的数量（mmol/d）；70 为每摩尔嘌呤的含氮量（mg/mol）；0.83 为微生物核酸嘌呤的消化率；0. 116 为瘤胃微生物总氮中嘌呤氮的比例；6. 25 为氮换算为蛋白质的平均系数。

正试期微生物蛋白产量为正试期第 30 天和正试期第 60 天微生物蛋白产量的平均值。

1.4.4　产奶量及乳成分含量

采用荷兰进口 SAC 全自动挤奶器挤奶，挤奶时自动显示奶量。在预试期和正试期期间，每隔 5 d 记录 1 次试验牛产奶量，每次连续记录 3 d，取 3 d 产奶量的平均值。

采用山东省农业科学院奶牛研究中心生产性能测定实验室的乳成分和体细胞自动分析仪（丹麦 Foss 公司生产，型号 Combi Foss FT+）测定乳脂率、乳蛋白率、乳糖率、乳体细胞数。

1.4.5　氮代谢指标

利用脲酶法[15]测定尿中尿素氮含量，利用苦味酸比色法[16]测定尿中尿肌酐含量，以上试剂盒均购自南京建成生物工程研究所。参考 Valadares 等[16]的试验方法，通过尿肌酐（每天每头牛 1 kg 体重大约排出 29 mg 尿肌酐）标记来测定试验牛的排尿量。

氮代谢指标计算公式如下：

粪氮（g/d）=每日排氮量×粪中粗蛋白质含量×0. 16；

乳氮（g/d）=产奶量×乳蛋白率×0. 16；

可消化氮（g/d）=食入氮－粪氮；

总氮排出量（g/d）=粪氮+尿氮；

氮表观消化率（%）=［（食入氮－粪氮）/食入氮］×100。

1.5　数据处理与分析

使用 Excel 2010 软件对试验数据进行初步处理，使用 SPSS 20. 0 软件进行单因素方差分析，采用 Duncan 氏法多重比较检验组间差异显著性，以 P<0.05 和 P<0.01 分别表示差异显

著和差异极显著，结果以平均值±标准误表示。

2 结果与分析

2.1 牛至油对奶牛主要养分采食量的影响

由表 2 可知，各试验组的干物质及其中的主要养分采食量与对照组相比有提高的趋势，但差异均不显著（P>0.05）。

表 2 牛至油对奶牛主要养分采食量的影响

Table 2 Effects of oregano oil on main nutrient intake of dairy cows kg/d

项目 Items	对照组 Control group	试验 1 组 Test group 1	试验 2 组 Test group 2	试验 3 组 Test group 3
干物质 DM	21.70±0.12	21.75±0.12	21.80±0.11	21.77±0.12
粗蛋白质 CP	2.72±0.02	2.73±0.02	2.74±0.02	2.73±0.02
中性洗涤纤维 NDF	8.67±0.05	8.71±0.06	8.75±0.05	8.71±0.06
酸性洗涤纤维 ADF	3.94±0.02	3.96±0.03	3.98±0.02	3.96±0.03
钙 Ca	0.22±0.01	0.22±0.01	0.22±0.01	0.22±0.01
磷 P	0.08±0.01	0.08±0.01	0.08±0.01	0.08±0.01

同行数据肩标不同小写字母表示差异显著（P<0.05），不同大写字母表示差异极显著（P<0.01），相同或无字母表示差异不显著（P>0.05）。下表同。

In the same row, values with different small letter superscripts mean significant difference (P<0.05), and with different capital letter superscripts mean extremely significant difference (P<0.01), while with the same or no letter superscripts mean no significant difference (P>0.05). The same as below.

2.2 牛至油对奶牛瘤胃微生物蛋白产量的影响

由表 3 可知，在尿酸排出量方面，试验 2 组极显著高于对照组（P＜0.01），试验 3 组

显著高于对照组（*P*<0.05），且试验 2 组显著高于试验 1 组（*P*<0.05）；在尿囊素排出量方面，试验 1 组和试验 2 组均极显著高于对照组（*P*<0.01），试验 3 组显著高于对照组（*P*<0.05），且试验 2 组显著高于试验 3 组（*P*<0.05）；在嘌呤衍生物排出量方面，试验 1 组和试验 2 组均极显著高于对照组（*P*<0.01），试验 3 组显著高于对照组（*P*<0.05），且试验 2 组显著高于试验 1 组和试验 3 组（*P*<0.05）；在微生物蛋白产量方面，试验 1 组和试验 2 组均极显著高于对照组（*P*<0.01），试验 3 组显著高于对照组（*P*<0.05），且试验 2 组显著高于试验 1 组（*P*<0.05），极显著高于试验 3 组（*P*<0.01），试验 1 组、试验 2 组、试验 3 组的瘤胃微生物蛋白产量分别比对照组提高了 9.77%、16.14%、6.99%。

表 3　牛至油对奶牛瘤胃微生物蛋白产量的影响

Table 3　Effects of oregano oil on ruminal MCP production of dairy cows

项目 Items	对照组 Control group	试验 1 组 Test group 1	试验 2 组 Test group 2	试验 3 组 Test group 3
尿酸 Uric acid/(mmol/d)	34.19±2.44^{Bc}	42.87±2.63^{ABbc}	49.98±2.70^{Aa}	41.20±3.42^{ABab}
尿囊素 Allantoin/(mmol/d)	279.60±2.09^{Bc}	298.32±4.97^{Aab}	309.08±5.50^{Aa}	292.16±3.86^{ABb}
嘌呤衍生物 PD/(mmol/d)	313.79±4.06^{Cc}	341.19±6.77^{ABb}	359.06±6.20^{Aa}	333.35±7.02^{BCb}
微生物蛋白产量 MCP production/(g/d)	1 479.23±21.76^{Cc}	1 623.79±32.84^{ABb}	1 717.94±33.90^{Aa}	1 582.56±36.61^{BCb}

2.3　牛至油对奶牛产奶量及乳成分的影响

由表 4 可知，试验 2 组的产奶量显著高于对照组（*P*<0.05），试验 1 组和试验 3 组的产奶量与对照组无显著差异（*P*>0.05），试验 1 组、试验 2 组、试验 3 组的产奶量分别比对照组提高了 5.10%、8.36%、5.00%；在乳脂率方面，试验 2 组显著高于对照组（*P*<0.05），试验 1 组和试验 3 组与对照组无显著差异（*P*>0.05）；在乳蛋白率和乳糖率方面，各试验组与

对照组均无显著差异（P>0.05）；在乳体细胞数方面，各试验组均极显著低于对照组（P<0.01）。

表 4　牛至油对产奶量及乳成分的影响

Table 4　Effects of oregano oil on milk yield and milk composition of dairy cows

项目 Items	时间 Time	对照组 Control group	试验 1 组 Test group 1	试验 2 组 Test group 2	试验 3 组 Test group 3
产奶量	预试期 Preliminary trial period	23.36±0.69	23.46±0.71	23.44±0.75	23.41±0.59
Milk yield/(kg/d)	正试期 Trial period	23.76±0.52^{b}	24.98±0.57^{ab}	25.75±0.44^{a}	24.95±0.57^{ab}
乳脂率	预试期 Preliminary trial period	3.88±0.06	3.89±0.05	3.90±0.05	3.89±0.04
Milk fat percentage/%	正试期 Trial period	3.91±0.05^{b}	3.98±0.10^{ab}	4.22±0.10^{a}	4.16±0.13^{ab}
乳蛋白率	预试期 Preliminary trial period	3.28±0.03	3.30±0.04	3.29±0.05	3.26±0.03
Milk protein percentage/%	正试期 Trial period	3.3±0.10	3.32±0.07	3.36±0.07	3.35±0.08
乳糖率	预试期 Preliminary trial period	4.47±0.07	4.51±0.04	4.49±0.06	4.52±0.05
Milk lactose percentage/%	正试期 Trial period	4.39±0.13	4.3±0.19	4.26±0.18	4.32±0.16
乳体细胞数	预试期 Preliminary trial period	175.17±3.19	174.57±4.85	175.78±3.76	173.72±2.48
Milk somatic cell count/(×10^{3}/mL)	正试期 Trial period	168.33±4.99^{Aa}	145.67±3.35^{Bb}	133.67±5.09^{Bb}	147.33±5.29^{Bb}

2.4　牛至油对奶牛氮排泄和氮表观消化率的影响

由表 5 可知，各试验组与对照组在食入氮方面无显著差异（P>0.05）；在粪氮方面，试验 1 组和试验 2 组均极显著低于对照组（P<0.01），试验 3 组显著低于对照组（P<0.05），且试验 2 组显著低于试验 3 组（P<0.05），与试验 1 组差异不显著（P>0.05）；在尿氮方面，试验 1 组和试验 2 组均极显著低于对照组（P<0.01），试验 3 组显著低于对照组（P<0.05），且试验 2 组极显著低于试验 1 组和试验 3 组（P<0.01）；在乳氮方面，试验 2 组显著高于对照组（P<0.05），试验 1 组和试验 3 组与对照组差异不显著（P>0.05）；在可消化氮方面，试验 1 组和试验 2 组极显著高于对照组（P<0.01），试验 3 组显著高于对照组（P<0.05），

且试验 2 组显著高于试验 3 组（P<0.05），与试验 1 组差异不显著（P>0.05）；在总氮排出量方面，各试验组均极显著低于对照组（P<0.01），且试验 2 组极显著低于试验 1 组和试验 3 组（P<0.01）；试验 1 组、试验 2 组、试验 3 组的总氮排出量分别比对照组降低了 6.84%、11.14%、4.72%；在氮表观消化率方面，试验 1 组和试验 2 组均极显著高于对照组（P<0.01），试验 3 组显著高于对照组（P<0.05），且试验 2 组极显著高于试验 3 组（P<0.01），与试验 1 组差异不显著（P>0.05）。

表 5　牛至油对奶牛氮排泄和氮表观消化率的影响

Table 5　Effects of oregano oil on nitrogen excretion and nitrogen apparent digestibility of dairy cows

项目 Items	对照组 Control group	试验 1 组 Test group 1	试验 2 组 Test group 2	试验 3 组 Test group 3
食入氮 Intake nitrogen/（g/d）	542.88±1.90	542.96±2.51	543.06±1.89	542.86±2.52
粪氮 Feces nitrogen/（g/d）	167.50±3.53^{Aa}	154.84±2.61^{Bbc}	148.48±2.16^{Bc}	158.64±2.32^{ABb}
尿氮 Urine nitrogen/（g/d）	239.77±2.50^{Aa}	224.57±3.66^{Bb}	213.40±2.23^{Cc}	229.41±2.71^{ABb}
乳氮 Milk nitrogen/（g/d）	125.58±2.98^{b}	132.99±6.28^{ab}	138.55±2.13^{a}	133.19±3.78^{ab}
可消化氮 Digestible nitrogen/（g/d）	375.39±2.14^{Bc}	388.13±4.81^{Aab}	394.57±2.32^{Aa}	384.22±1.94^{ABb}
总氮排出量 Total nitrogen excretion/（g/d）	407.27±2.83^{Aa}	379.40±1.59^{Bc}	361.88±2.83^{Cd}	388.05±1.99^{Bb}
氮表观消化率 nitrogen apparent digestibility/%	69.19±0.56^{Cc}	71.42±0.6^{ABab}	72.66±0.37^{Aa}	70.80±0.35^{BCb}

3　讨　论

3.1　牛至油对奶牛主要养分采食量的影响

张善芝[17]研究牛至油对肉牛生长性能的影响时发现，饲粮中添加牛至油可以在一定程度上缓解热应激导致的采食量下降问题，有助于提高肉牛的采食量。王亮等[18]研究发现，将牛至油提取物添加到断奶仔猪饲粮中有提高仔猪采食量的趋势。周晓容等[19]在研究牛至油对生长猪生产性能和主要养分表观消化率的影响时发现，牛至油对生长猪的日采食量和日增重均有提高的趋势，并且可以显著地提高干物质的表观消化率，但是牛至油对生长猪粗蛋白质、钙、磷等主要养分的表观消化率没有产生显著影响。在本试验条件下，饲粮中添加牛至油对荷斯坦奶牛主要养分采食量无显著影响，与上述研究结果相符合。部分研究发现饲粮中添加牛至油有利于干物质采食量的提高，可能是因为牛至油特殊的气味刺激了食欲并激活了肠道内消化酶的活性，起到了促进采食和消化的作用。

3.2　牛至油对奶牛瘤胃微生物蛋白产量的影响

尿中排出的嘌呤衍生物主要来源于瘤胃微生物嘌呤，因此通过测定尿中嘌呤衍生物的含量可以估测出奶牛瘤胃微生物蛋白产量。本试验条件下，3 个试验组的尿酸、尿囊素和嘌呤衍生物排出量均较对照组显著或极显著提高，从而使瘤胃微生物蛋白的产量得到显著或极显著提高。石宁[20]在研究牛至油对奶牛瘤胃微生物发酵的影响时发现，饲粮中添加牛至油不仅可以提高尿酸、尿囊素的含量，而且也有提高嘌呤衍生物和微生物氮含量的趋势。瘤胃微生物蛋白作为反刍动物最主要的氮源，反刍动物 60%～70%的蛋白质是由瘤胃微生物蛋白所提供[6]。瘤胃液中氨态氮(NH_3-N)的浓度作为衡量瘤胃氮代谢的重要指标，反映了瘤胃微生物分解饲粮中蛋白质生成 NH_3-N 和利用 NH_3-N 合成瘤胃微生物蛋白的平衡状况[21]。王东升等[22]在研究牛至油对肉牛体外瘤胃发酵及微生物菌群的影响时指出，当在瘤胃发酵液中添加 200 mg/L 牛至油时，在一定程度上降低了 NH_3-N 的浓度，提高了瘤胃微生物蛋白的产量。以上结果说明，在饲粮中添加牛至油提高了奶牛对干物质中主要养分的表观消化率[19]，增强了瘤胃微生物对粗蛋白质的利用，间接地增强了瘤胃微生物利用 NH_3-N 合成瘤胃微生物蛋白的速率，从而使瘤胃微生物蛋白合成的速率强于瘤胃微生物分解蛋白质生成 NH_3-N 的

速率，最终提高瘤胃微生物蛋白的产量。本试验结果显示，在奶牛饲粮中添加牛至油可以显著提高奶牛瘤胃微生物蛋白产量，与上述研究结果相符。

3.3 牛至油对奶牛产奶量及乳成分的影响

陈会良等[23]将 15 g 质量分数为 10%的牛至油预混剂添加到奶牛的基础饲粮中，试验结果表明，奶牛乳脂率得到显著提高，产奶量和乳蛋白率也均有提高的趋势。石宁[20]在研究牛至油对泌乳奶牛生产参数和乳脂肪酸组成时发现，将牛至油添加到奶牛的饲粮中对奶牛产奶量和乳蛋白率的提高均有明显效果。陈昊等[24]在研究牛至精油对荷斯坦奶牛乳房炎发生率的影响时指出，将牛至精油添加到奶牛的基础饲粮中能降低奶牛单个乳区乳房炎的发病率。远立国等[25]研究发现，将牛至油分别与黄霉素和莫能菌素组合应用于奶牛生产中，奶牛的乳脂率和乳蛋白率均得到了显著提高。郭琦[26]在研究牛至油对奶牛乳体细胞数的影响中发现，当乳体细胞数较高时，在饲粮中添加牛至油能显著降低乳体细胞数。本试验条件下，饲粮中添加 13 g/（d·头）牛至油后，奶牛的产奶量和乳脂率均得到了显著的提高，并且极显著降低了乳体细胞数，与以上研究结果相似。以上结果说明，在奶牛饲粮中添加牛至油可以调节瘤胃内 pH，改善瘤胃微生物的生存环境[27]，促进奶牛瘤胃内有益微生物菌群的生长和繁殖，提高奶牛机体对营养物质消化和吸收的能力，有利于提高奶牛产奶量和改善乳品质；同时，因为牛至油的抗菌、抑菌和杀菌的作用，还可提高奶牛自身免疫机制，显著降低奶牛乳体细胞数。

3.4 牛至油对奶牛氮排泄及氮表观消化率的影响

Manzanilla 等[28]研究表明，牛至油不仅能抑制有害菌群的生长和繁殖，而且有助于正常菌群的构建，增加瘤胃内容物的含量，延长营养物质在消化道中停留的时间，促进蛋白质等营养物质的消化吸收，有助于提高可消化氮、氮沉积和氮表观消化率。石宁[20]在奶牛饲粮中添加适量牛至油进行研究后发现，牛至油能够降低奶牛尿氮和粪氮，从而降低总氮排出量。呙于明等[29]研究表明，将牛至油添加到鸡饲粮中能够增强小肠蛋白酶的活性，提高蛋白质

的消化率，降低粪氮，增加氮沉积。本试验中，在奶牛饲粮中添加牛至油后，粪氮和尿氮显著或极显著降低，可消化氮和氮表观消化率显著或极显著提高。以上结果说明，牛至油可以抑制瘤胃内有害菌的生长和繁殖，改善反刍动物瘤胃内环境，减慢蛋白质在瘤胃内的降解。在奶牛的饲粮中添加牛至油，有助于延长营养物质，特别是蛋白质在消化道的停留时间，使营养物质得到充分的吸收[30]，加强了奶牛自身对蛋白质的利用，提高了嘌呤衍生物的排出量，从而增加奶牛瘤胃微生物蛋白产量，减少粪氮和尿氮；此外，牛至油还可以促进瘤胃内有益菌群的生长和繁殖，加速瘤胃微生物对 NH_3-N 的利用速度，减少氮排泄。

4 结　论

在饲粮中添加牛至油可以增加奶牛瘤胃微生物蛋白的产量，提高产奶性能，降低氮排泄。综合考虑以上各个指标，在本试验条件下，奶牛饲粮中牛至油的最适添加量为 13 g/（d •头）。

参考文献：

[1]　蔡杰, 张文举.新型饲料添加剂——牛至油的研究进展[J].饲料博览,2013(2):38–42.
[2]　聂伟, 刘晓莲, 刘小华.牛至香酚在畜禽养殖中的应用[J].中国畜牧兽医文摘,2016,32(11):235.
[3]　姚喜喜, 吴建平, 刘婷, 等.全混合日粮中添加牛至精油对泌乳期荷斯坦奶牛生产性能和蹄病发生率的影响[J].草业科学,2016,33(2):299–304.
[4]　汪莉, 李军.牛至油与安来霉素对仔猪生产性能的影响[J].畜禽业,2006(5):14–15.
[5]　韩旭.牛至油对蛋鸡肠道消化吸收功能影响的研究[D].硕士学位论文.大庆:黑龙江八一农垦大学,2013.
[6]　冯仰廉, 陆治年.奶牛营养需要和饲料成分[M].3版.北京:中国农业出版社,2007.
[7]　朱雯.粗料来源对奶牛乳蛋白前体物生成与生产性能的影响与机制研究[D].博士学位论文.杭州:浙江大学,2013.
[8]　中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.GB/T 6435–2006 饲料中水分和其他挥发性物质的测定[S].北京:中国标准出版社,2006.
[9]　国家技术监督局. GB/T 6432–1994 饲粮中粗蛋白测定方法[S].北京:中国标准出版社,1994.
[10]　中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.GB/T 20806–2006 饲料中中性洗涤纤维(NDF)测定方法[S].北京:中国标准出版社,2006.
[11]　中华人民共和国农业部.NY/T 1459–2007 饲料中酸性洗涤纤维测定农业行业标准[S].北京:农业出版社,2007.
[12]　中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局.GB/T 6436–2002 饲料中钙的测定[S].北京:中国标准出版社,2007.
[13]　中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.GB/T 6437–2002 饲料中总磷的测定[S].北京:中国标准出版社,2002.
[14]　CHEN X B,MATUSZEWSKI W,KOWALCZYK J.Determination of allantoin in biological,cosmetic,and pharmaceutical samples[J].Journal of AOAC International,1996,79(3):628–635.

[15] KOHN R A,FRENCH K R,RUSSEK-COHEN E.A comparison of instruments and laboratories used to measure milk urea nitrogen in bulk-tank milk samples[J].Journal of Dairy Science,2004,87(6):1848–1853.

[16] VALADARES R F D,BRODERICK G A,VALADARES F S V,et al.Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives[J].Journal of Dairy Science,1999,82(12):2686–2696.

[17] 张善芝.日粮添加牛至油对夏季肉牛生长性能的影响[J].畜牧与兽医,2011,43(7):39–41.

[18] 王亮, 梁代华, 杨运玲, 等.4种抗生素替代产品对断奶仔猪生长性能、血液生化及免疫性能的影响[J].饲料研究,2015(6):53–56,60.

[19] 周晓容, 刘作华, 杨飞云, 等.牛至油对生长猪生产性能和养分表观消化率的影响[J].四川畜牧兽医,2010,37(9):22–23.

[20] 石宁.日粮中添加牛至对泌乳奶牛瘤胃发酵、生产参数及乳脂肪酸组成的影响[J].中国草食动物科学,2017,37(3):28–33.

[21] 王加启.反刍动物营养学研究方法[M].北京:现代教育出版社,2011.

[22] 王东升, 黄江丽, 于一尊, 等.3种挥发油对肉牛体外瘤胃发酵、甲烷生成和微生物种群的影响[J].江西农业大学学报,2016,38(4):711–716.

[23] 陈会良, 顾有方, 应小强, 等.牛至油对奶牛产奶性能和抗氧化功能影响的研究[J].粮食与饲料工业,2005(5):42–43.

[24] 陈昊, 刘婷, 姚喜喜, 等.牛至精油对荷斯坦奶牛乳房炎和腹泻发病率的影响[J].中国草食动物科学,2015,35(2):39–41.

[25] 远立国, 佟恒敏, 沈建忠.牛至油和黄霉素在奶牛生产中应用的研究[J].饲料工业,2004,25(1):38–42.

[26] 郭琦.中药提取物牛至油对奶牛体细胞数的影响[J].黑龙江畜牧兽医,2016(8):171–172.

[27] 戴冉, 马跃云, 高丽晓, 等.牛至油的作用机理及其应用[J].饲料广角,2016(8):44–47.

[28] MANZANILLA E G,PEREZ J F,MARTIN M,et al.Effect of plant extracts and formic acid on the intestinal equilibrium of early-weaned pigs[J].Journal of Animal Science,2004,82(11):3210–3218.

[29] 呙于明, 丁角立, 朱玉琴, 等.“速大肥——500”对肉仔鸡促生长作用的研究[J].中国饲料,1994(5):16–17.

[30] 韩飞, 李瑾, 潘悄悄, 等.新型天然植物抗生素牛至油的研究进展[J].中国新药杂志,2015,24(3):303–307.

Effects of Oregano Oil on Ruminal Microbial Protein Production, Milk Performance and Nitrogen Excretion of Dairy Cows[i]

ZHANG Kaixiang[1] XING Defang[2] GAO Xulei[3] WANG Xiaowei[4] SUN Guoqiang[1*]

(1. *College of Animal Science and Technology, Qingdao Agricultural University, Qingdao* 266109, *China*; 2. *Workstation of Animal Husbandry and Veterinary Medicine of Tuanwang for Laiiyang City, Laiyang* 265217, *China*; 3. *Agriculture and Water Conservancy Bureau of Laoshan, Qingdao* 266061, *China*; 4. *Animal Husbandry and Veterinary Bureau of Laiyang, Laiyang* 265200, *China*)

Abstract: This experiment was conducted to study the effects of oregano oil on ruminal microbial protein (MCP) production, milk performance and nitrogen excretion of dairy cows. Forty healthy Holstein lactating cows with similar age, body weight, parity, milk yield, milk composition and lactation period [(90±15) d] were randomly divided into 4 groups with 10 cows per group. The addition amount of oregano oil in diets of control group and test groups 1, 2 and 3 was 0, 10, 13 and 16 g/(d·head), respectively. The pretest lasted for 15 d, and the formal test lasted for 60 d. The results showed as follows: 1) ruminal MCP production in test groups 1, 2 and 3 was significantly increased by 9.77% (P<0.01), 16.14% (P<0.01) and 6.99% (P<0.05) compared with that in control group, respectively. 2) Milk yield in test groups 1, 2 and 3 was increased by 5.10% (P>0.05), 8.36% (P<0.05) and 5.00% (P>0.05) compared with that in control group, respectively; milk fat percentage in test group 2 was significantly higher than that in control group (P<0.05); Milk somatic cell count in test groups 1, 2 and 3 was extremely significantly reduced compared with that in control group (P<0.01), especially the test group 2 was the lowest. 3) Total nitrogen excretion in test groups 1, 2 and 3 was reduced by 6.84% (P<0.01), 11.14% (P<0.01) and 4.72% (P<0.05) compared with that in control group, respectively. It can be seen that the adding oregano oil to diets can significantly increase the ruminal MCP production, improve the milk performance, and decrease nitrogen excretion of dairy cows. Considering the above indices, the optimal addition amount of oregano oil in diets of dairy cows is 13 g/(d·head).

Key words: oregano oil; ruminal microbial protein; milk performance; nitrogen excretion

---

*Corresponding author, professor, E-mail: qdnydxsgq@126.com (责任编辑　菅景颖)